



INSTITUTO FEDERAL

Brasília

Campus Planaltina

Curso Superior de Licenciatura em Biologia

DIEGO ARAÚJO FERREIRA

**A IMPRESSÃO 3D COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO-
APRENDIZAGEM: revisão sistemática**

Planaltina - DF

2021

DIEGO ARAÚJO FERREIRA

**A IMPRESSÃO 3D COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO-
APRENDIZAGEM:** revisão sistemática

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso Superior de Licenciatura em Biologia
do *Campus* Planaltina do Instituto Federal de
Brasília como requisito parcial para obtenção de
título de Licenciado em Biologia.

Orientadora: MsC. Melissa Silva Monteiro

Planaltina - DF
2021



INSTITUTO FEDERAL

Brasília

Campus Planaltina

Curso Superior de Licenciatura em Biologia

DIEGO ARAÚJO FERREIRA

**A IMPRESSÃO 3D COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO-
APRENDIZAGEM: revisão sistemática**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso Superior de Licenciatura em Biologia
do *Campus* Planaltina do Instituto Federal de
Brasília como requisito parcial para obtenção de
título de Licenciado em Biologia.

Orientadora: MsC. Melissa Silva Monteiro

Aprovado em: 09 /08/2021

BANCA EXAMINADORA

MsC. Melissa Silva Monteiro – Orientador

MsC. Dulce Regina de Souza – Examinador

Dra. Juliana Rocha de Faria Silva – Examinador

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	2
2. METODOLOGIA DA PESQUISA.....	5
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	8
4. CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS.....	30

RESUMO: Nesse artigo são expostos os resultados da revisão sistemática do uso da impressora 3D como ferramenta de ensino e aprendizagem, mais especificamente no ensino de ciências. As seguintes fontes foram pesquisadas: banco de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior (CAPES), Education Resources Information Center (ERIC), Scientific Electronic Library Online (SciELO) e Science Direct. Os resultados mostram um destaque significativo no uso da impressora 3D nas áreas das ciências biológicas e ciências da saúde, apontam que muitas pesquisas recentes estão sendo publicadas, além de evidenciar as potencialidades do uso desta tecnologia.

PALAVRAS CHAVES: Impressão 3D; Ensino; Ciências.

ABSTRACT: This article presents the results of the systematic review of the use of the 3D printer as a teaching-learning tool, more specifically in science teaching. The following sources were searched: Bank of journals for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES), Educational Resources Information Center (ERIC), Scientific Electronic Library Online (SciELO) and Science Direct. The results show a significant highlight in the use of the 3D printer in the areas of biological sciences and health sciences, and point out that many researches are being published, in addition to highlighting the potentialities of using this technology.

KEY WORDS: 3D printing; Teaching; Sciences.

1. INTRODUÇÃO

Aprender deriva de apreendere, agarrar, pegar, apoderar-se de algo (NUNES, 2011, p. 11) e consiste em se apoderar de determinado conhecimento, habilidade, estratégia, atitude, valor, crença ou informação (NUNES, 2011, p. 11).

A dinâmica escolar se resumiu durante anos à utilização de técnicas pragmáticas, resumindo o papel do professor à execução dessas técnicas, acreditando que alunos aprenderiam por consequência (NUNES, 2011). Contudo, Albert Bandura (*apud* NUNES, 2011) expõe a aprendizagem como um fenômeno que parte do próprio aluno, que é multivariada e muitas vezes espontânea, gerada pela simples observação. Desta maneira, a importância do educador não é mais a simples transmissão do conteúdo, mas também a de auxiliador na organização do conteúdo pelo aluno, ajudando-o a “pensar corretamente” (FREIRE, 1996, p.14). A figura do professor está bem mais além do que apenas estimular a pura memorização de seus alunos (FREIRE, 1996, p.14), mas que estimule inúmeras outras habilidades que os auxiliem a perceber e compreender melhor o mundo a sua volta.

Pedagogias tradicionais do século XIX e XX tendiam a abordar o conhecimento como um conjunto de verdades universais e imutáveis, além de difundidas pelos professores por meio da memorização e repetição, sem criar algum tipo de pensamento crítico/reflexivo ou conectivo no estudante (FRANCO, PIMENTA, 2014, p. 136).

Para Borges e Alencar (2014, p.120), “a mudança na prática pedagógica não deve acontecer de forma agressiva para o professor, nem para o acadêmico, evitando-se assim a queima de etapas”. Mas deve seguir uma sequência pré-estabelecida para que haja a construção de saberes. O ensino é uma prática social complexa e é transformado pela ação tanto do professor quanto do estudante, dialeticamente essa interação transforma os sujeitos da ação nos diversos contextos: institucionais, culturais, espaciais, temporais e sociais (Franco, Pimenta,

2014, p.17). Segundo Franco e Pimenta (2014, p.20) a epistemologia da prática considera a teoria e prática inseparáveis, onde há um diálogo de conhecimento de caráter pessoal em relação ao professor e a prática assume um plano subjetivo ao sujeito (professor).

David P. Ausubel cunhou a teoria da aprendizagem significativa, voltada para situações formais de ensino de forma sistemática, intencional e planejada (ambiente escolar). Para ele, “a aprendizagem é um processo de organização das informações e de integração dos conteúdos à estrutura cognitiva do aluno, podendo ser classificada segundo o grau de significado da informação para o aprendiz” (Ausubel *apud* NUNES, 2011, p. 75) e pode ser dividida em: (a) aprendizagem memorística e (b) aprendizagem significativa. A primeira remete as informações novas que chegam ao estudante, com pouco ou mesmo nenhuma conexão com conceitos já estabelecidos em sua estrutura cognitiva. Um exemplo é introdução pelo professor sobre conceito de sistema solar sem estabelecer relação com um conhecimento base, preocupando-se apenas com a memorização de nomes e leis universais que nada remetem ao cotidiano do estudante (NUNES, 2011, p. 76). A aprendizagem significativa diz respeito ao acréscimo de um novo conteúdo de maneira intencional e que se relaciona logicamente com conceitos claros e disponíveis na estrutura cognitiva prévia do aluno, sendo reconhecido pelo aluno e, assim, assimilado. As informações pré-estabelecidas servem como ancoragem para os novos conhecimentos: quanto mais o estudante se apoia no que já sabe, mais facilitada será a assimilação e permanência de novos conhecimentos (NUNES, 2011, p. 76).

Segundo Ledo e Da Silva (2021) a impressão 3D como recurso a ser utilizado na sala de aula exemplifica a aprendizagem significativa quando a abordagem é planejada, o tempo de ensino é ampliado e o tema abordado está alinhado ao conteúdo a ser modelado. Embora Novack e Wisdow (2018) não tenham encontrado ganhos de aprendizagem atrelados ao uso da impressão 3D, foi evidenciado que essa tecnologia foi um grande despertador de interesse nos estudantes.

A impressão 3D consiste na adição de material e fabricação de objetos camada-por-camada e se destacam por diversos nomes: fabricação de formas livres, prototipagem rápida, fabricação por camadas e impressão 3D (MARLON, 2015, p. 1). Ainda sobre esta tecnologia e sua propagação:

a impressora 3D pessoal possui um padrão de difusão intimamente ligado à aprendizagem interativa, dando origem a plataformas online de troca de conhecimento e de compartilhamento de softwares e hardwares de código aberto para o aperfeiçoamento conjunto. (DAGABE, 2014, p. 3).

Entretanto, para Onisaki (2017), o simples uso da impressora e das modelagens de projetos não é suficiente para que isso se torne uma ferramenta didática. É preciso que venham acompanhados de planejamento e formação por parte dos professores.

Um possível método que possa ser complementar ao uso da impressão 3D em sala de aula é a aprendizagem baseada em projetos (ABP):

é uma abordagem sistêmica, que envolve os alunos na aquisição de conhecimento e competências por meio de um processo de investigação de questões complexas, tarefas autênticas e produtos, cuidadosamente planejadas com vista a uma aprendizagem eficiente e eficaz. (MASSON et al. 2012).

Na ABP o estudante acaba sendo agente de seu próprio conhecimento e os conhecimentos prévios acabam se tornando pontos de partida para a construção de saberes, a aprendizagem por projetos ajuda na relação de matérias distintas buscando-se a aprendizagem significativa, onde o professor é de importância fundamental (MASSON *et al.* 2012).

Ao tornar o ambiente de sala de aula informativo, os professores fortalecem a autonomia dos estudantes, além de oferecer oportunidades de escolhas e de feedbacks significativos (MORAES, 2007).

Para Tapia (2004, p.25) a percepção de autonomia se vê favorecida quando há: (1) oportunidades numerosas e alternativas diversas; (2) divisão de tarefas em objetivos parciais que realmente possam alcançar, isso se reflete em sua percepção de progresso; (3) consciência sobre o que significa aprender; (4) compreensão sobre a resolução da problemática e as etapas envolvidas.

Considerando a importância da tecnologia e da impressão 3D no ambiente de sala de aula dentro de uma abordagem baseada em projetos, esse trabalho faz uma

revisão sistemática de literatura sobre o tema, compreendendo a importância da impressão 3D para o ensino de ciências na educação brasileira, além de verificar possíveis facilitadores e dificultadores de seu uso.

Segundo Ledo e Da Silva (2021), no ambiente de trabalho ultimamente tem crescido o uso de ferramentas de *design* e impressão 3D, justificando sua inclusão em sala de aula. Corroborado por Blazquez Tobia *et al.* (2018) faz-se necessário desenvolver o conhecimento 3D desde a escola, para que o estudante consiga acompanhar o mundo ao seu redor. Complementado por Aguiar (2016) que com o uso da impressão 3D e através da experimentação gerou contribuições para o ensino de ciências e como a impressão 3D tem potencial de transformar a sociedade (AGUIAR, 2016), é importante saber como essa tecnologia se configura e como é utilizada, para assim haver maior entendimento sobre seus usos e suas potencialidades.

Essa revisão tem como objetivo a análise dos tipos de usos didáticos atrelados ao uso da impressora 3D no ensino de ciências dos últimos 10 anos, através de uma revisão sistemática de literatura: mapear o uso atual da impressora 3D na educação brasileira, compreender o uso da impressora 3D no ensino de ciências, investigar possíveis facilitadores e dificultadores no uso da impressora 3D.

2. METODOLOGIA DA PESQUISA

Os artigos de revisão são uma forma de pesquisa que usam as fontes de informações bibliográficas e/ou eletrônicas para obtenção de determinado objetivo (ROTHER, 2007). Sobre a revisão sistemática:

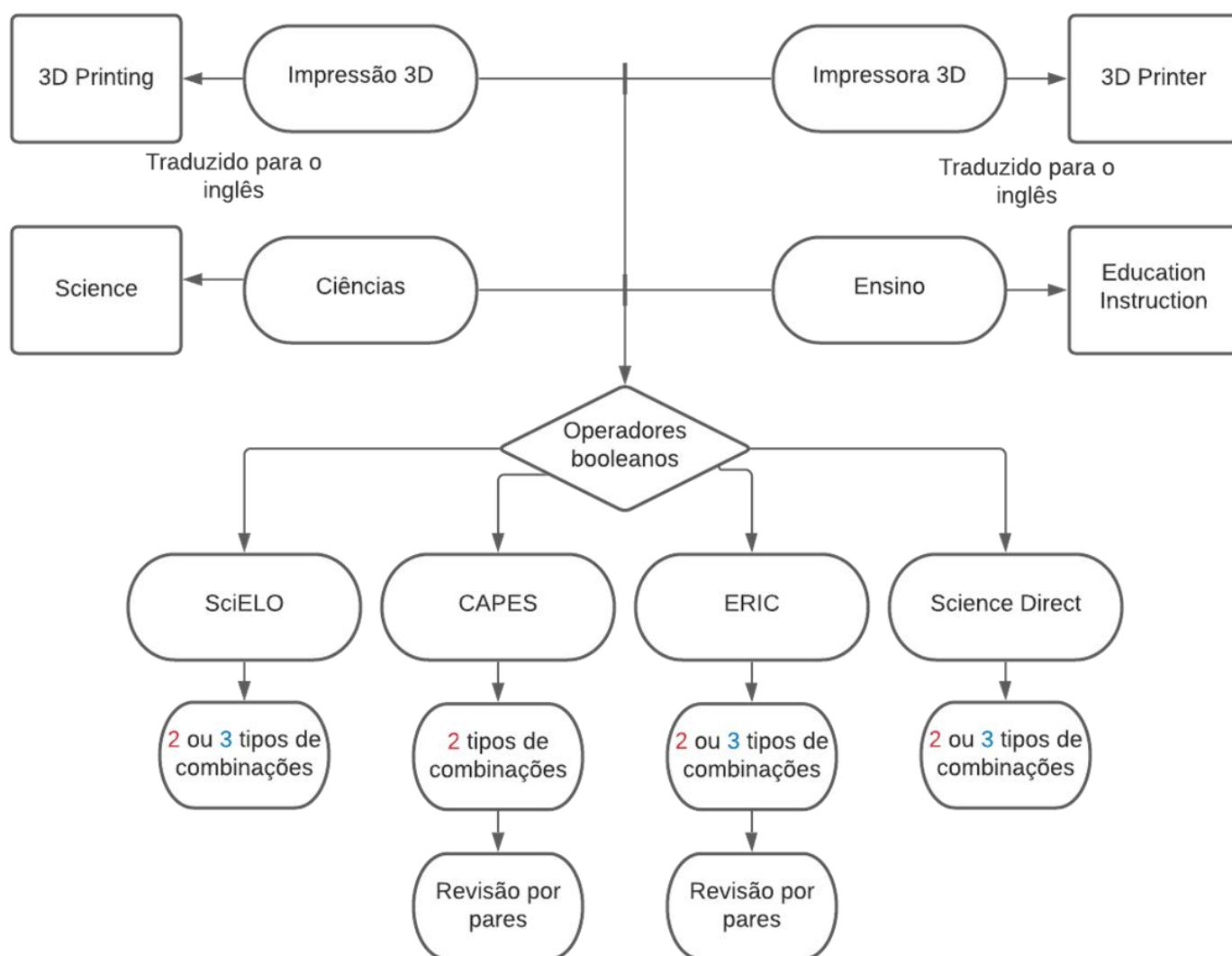
é uma revisão planejada para responder uma pergunta específica e que utiliza métodos explícitos e sistemáticos para identificar, selecionar e avaliar criticamente os estudos, e para coletar e analisar os dados destes estudos incluídos na revisão (CASTRO, 2006).

Segundo Higgins *et al.* (2020), para a criação de uma revisão são necessários 7 passos: (1) formulação da pergunta, onde é decidido a pauta principal; (2) localização e seleção dos estudos, aqui são pesquisadas as bases de pesquisa; (3)

avaliação crítica dos estudos, critérios para validar os estudos; (4) coleta de dados; (5) análise e apresentação de dados, nesse campo são observadas as semelhanças dos trabalhos; (6) interpretação dos dados, é determinada a aplicabilidade dos estudos; (7) aprimoramento e atualização da revisão e as críticas após a publicação devem ser incorporadas ao estudo.

Para o agrupamento dos artigos foram usadas as 8 áreas de conhecimentos ditas pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq): Ciências Exatas e da Terra, Ciências Biológicas, Engenharias, Ciências da Saúde, Ciências Humanas, Ciências Agrárias, Ciências Sociais Aplicadas e Linguística, Letras e Artes.

Figura 1 - Fluxograma com as chaves de pesquisas utilizadas na busca de artigos.



Fonte: Imagem do autor, 2021.

A pesquisa foi realizada manualmente nas seguintes fontes: banco de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior (CAPES) que indexa 294 bases, atualmente suporta os operadores booleanos AND (registros contendo todos os termos separados pelo operador), OR (encontrar registros que contenham um dos termos separados pelo operador), NOT (excluir os registros que contenham certas palavras de sua busca), NEAR/x (encontrar registros onde os termos unidos pelo operador estejam a um determinado número de palavras de cada um) SAME (restringir sua pesquisa a termos que aparecem no mesmo endereço de um Registro completo) e o uso de parênteses para ditar a ordem de prioridade dos operadores booleanos (CAPES, 2019); Education Resources Information Center (ERIC) que indexa 1935 fontes, muitos desses trabalhos produzidos ou financiados pelo departamento de educação dos Estados Unidos: onde 1.178 jornais, 757 fontes que não são periódicos (literatura cinzenta) e 486 representados por doações de donatários. Na sua busca avançada utiliza operadores booleanos (AND, OR E NOT), operadores de truncamento (asterisco [*], ponto de interrogação [?] e aspas [""]) e de proximidade (P/n ou PRE/n, N/n ou NEAR/n e \$n ou [*n]), existem dois filtros diretamente na pesquisa-chave, o primeiro é “revisão por pares” que limita aos artigos avaliados por pares e o segundo filtro é “recursos que tenham seu texto completo disponível no ERIC”(GONZATI, 2019); Scientific Electronic Library Online (SciELO) que indexa mais de 600 mil artigos e mais de 1.000 periódicos, além de ser um modelo para a publicação eletrônica cooperativa de periódicos em países em desenvolvimento, particularmente na América Latina e no Caribe, dentre eles mais de 12 países. Suporta atualmente os operadores de pesquisa AND, OR, NOT, NEAR e SAME usados para delimitar a pesquisa, as letras maiúsculas nos operadores não interferem na pesquisa (SciELO, 2020); Science Direct, que indexa mais de 4.456 periódicos e 31.603 livros voltados para ciência e saúde, dentre eles: artigos de revisão, pesquisa, enciclopédias, capítulos de livros e outros. Atualmente suporta os operadores booleanos AND, OR, NOT e o hífen (ou símbolo de menos) que é interpretado como o operador NOT, além dos parênteses que são usados para aninhar cláusulas, a pontuação é ignorada em uma pesquisa de frase e plurais e variantes de grafia estão incluídos (SCIENCE DIRECT, 2021). Uma pré-seleção foi baseada em palavras-chaves agrupadas definidas: “Impressão 3D” (uma variante para essa palavra-chave foi

Impressora 3D), “Ensino”, “Ciências”, as palavras foram pesquisadas na língua portuguesa e foram traduzidas para língua inglesa. Mesmo a base ERIC e SciELO sendo indexadas à Capes, foi optada a busca individual para verificação da manutenção dessa indexação, os artigos encontrados individualmente foras excluídos na contagem final da CAPES.

Quadro 1. Tabela de Inclusão e Exclusão.

Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão
• Artigos que abordem o uso da impressão 3D no ensino de ciências; e • Artigos a partir de 2011.	• Artigos repetidos; • Artigos que abordem o ensino de ciências sem o uso da impressão 3D; • Artigos que abordem uso da impressão 3D em matérias destoantes às ciências. • Artigos das áreas de Engenharias, Ciências Humanas, Ciências Sociais Aplicadas e Linguística, Letras e Artes que não abordassem interdisciplinarmente áreas das ciências.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa resultou inicialmente em 37 artigos pré-selecionados, usando critérios de inclusão e exclusão, critérios esses que podem ser vistos na tabela 1, foram reduzidos para 21 artigos relevantes, indicado no quadro 2, o quadro 3 foi segmentada em artigos nacionais e internacionais.

Quadro 2. Resultado Geral da Pesquisa.

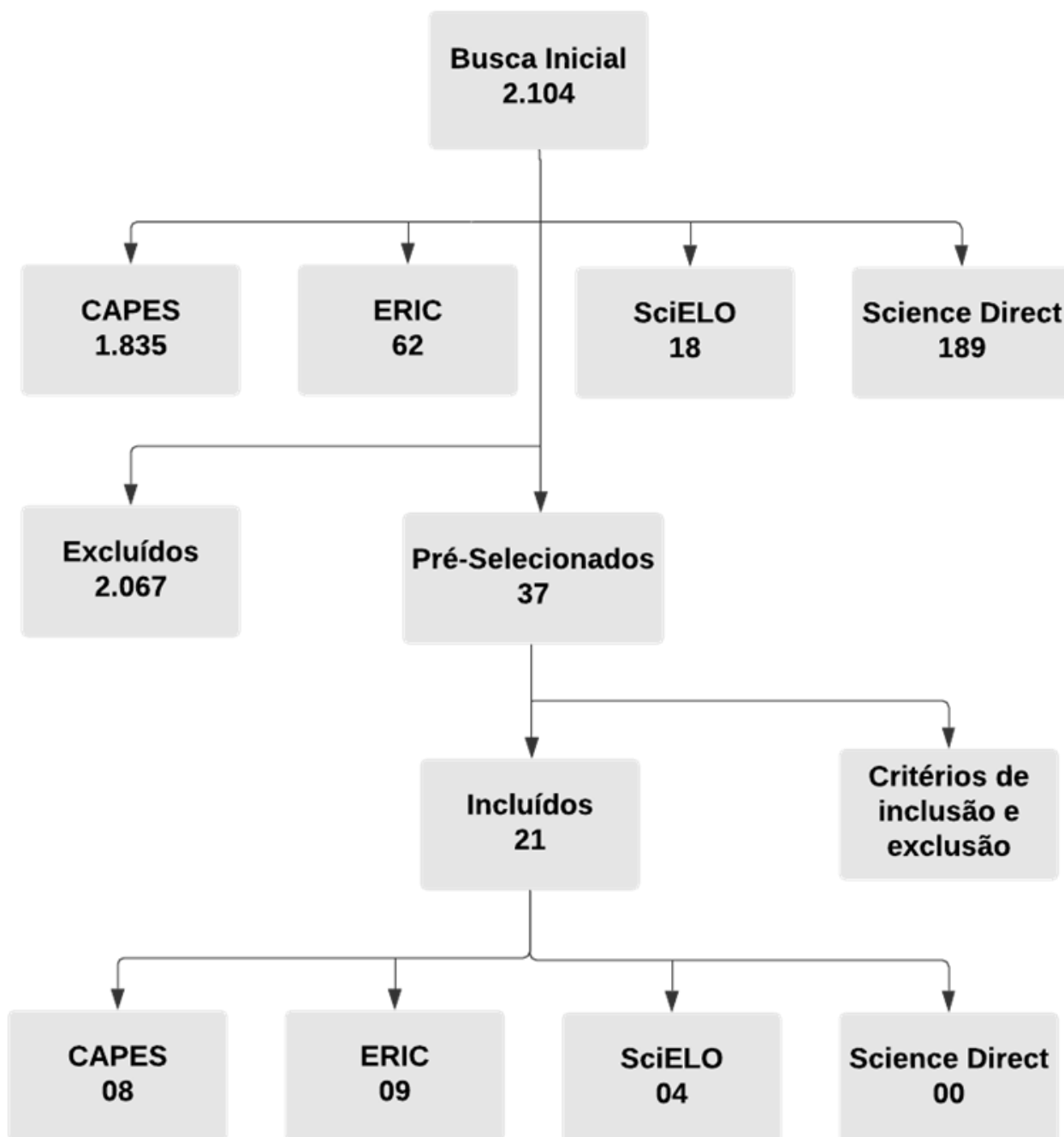
Bases de Dados	Artigos Pré-selecionados	Artigos Incluídos	Total de Artigos
CAPES	18	08	1835
ERIC	10	09	62
SciELO	05	04	18
Science Direct	04	00	189
Total	37	21	2104

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Os artigos foram distinguidos usando ID's (sigla para identity, que significa identidade), cada artigo tem seu próprio identificador, como pode ser vista no quadro 4.

Como pode ser visualizado no quadro 3, pode-se inferir que houve predominância de artigos internacionais sobre o tema investigado, onde a ferramenta que mais se destacou foi o da CAPES, Science Direct, ERIC e SciELO respectivamente. Em artigos relevantes, a CAPES se manteve como ferramenta de busca principal seguida por ERIC, SciELO e Science Direct respectivamente. É possível identificar que após aplicações dos critérios de inclusão e exclusão a ferramenta de busca Science Direct não apresentou nenhum artigo relevante para esse estudo, visto nos quadros 2 e 3.

Figura 2 - Fluxograma do processo de seleção dos trabalhos escolhidos para a revisão sistemática.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Quadro 3 - Resultados Nacionais e Internacionais das Bases de Dados.

Bases de Dados	Resultados Identificados		Resultados Relevantes	
	Nacionais	Internacionais	Nacionais	Internacionais
CAPEs	117	1718	01	7
ERIC	00	62	00	09
SciELO	08	10	03	01
Science Direct	00	189	00	00

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Em relação aos artigos dos resultados relevantes para a análise, apenas 4 pesquisas foram encontradas originárias ou traduzidas para a língua portuguesa brasileira (ID nº1, 2,3 e 5), 1 artigo foi encontrado na língua espanhola (ID nº4) e todas as demais foram encontradas na língua inglesa (ID nº6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20 e 21).

Sobre os artigos nacionais que poderiam ajudar entender o cenário do uso da Impressão 3D no Brasil (ID's nº1, 2 ,3 e 5) o primeiro mostrou potencial no ensino de organismos microscópicos; o segundo e terceiro mostraram potenciais em áreas anatômicas e a última mostrou potencial para ensino de embriologia, porém esse último necessitava de mais aplicações para assim testar sua aplicabilidade.

Quadro 4 - Resultados sobre as Funcionalidades da Impressão 3D.

ID	Título	Ano	Funcionalidade do 3D	Ferramenta de Busca
1	Desenvolvimento de Modelos Impressos em 3D para o Ensino de Ciências	2018	Impressão 3D de Microorganismos, tais como Microalgas e Cianobactérias.	SciELO
2	Reconstrução e Impressão 3D do Neurocrânio de Cão Com o Uso de Tomografia Computadorizada Como Ferramenta para Auxiliar no Ensino da Anatomia Veterinária	2020	Impressão 3D de Crânio de Canino.	SciELO
3	Simulador de Dreno de Tórax: Desenvolvimento de Modelo de Baixo Custo para Capacitação de Médicos e Estudantes de Medicina	2018	Impressão 3D do Arcabouço Ósseo de um Tórax Humano.	SciELO

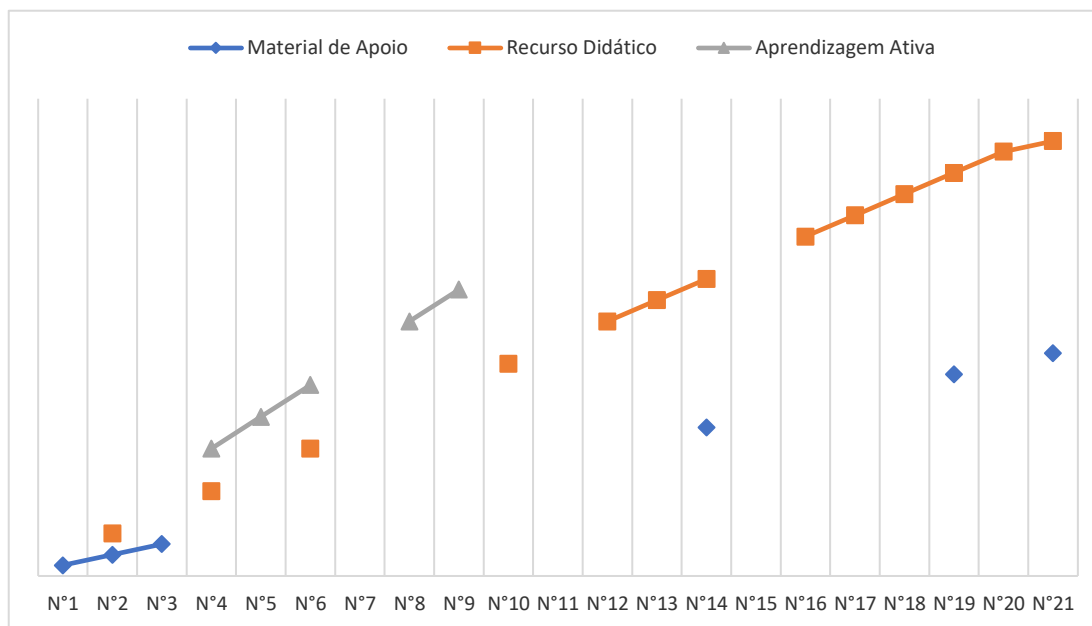
(continua)

ID	Título	Ano	Funcionalidade do 3D	Ferramenta de Busca
4	Práctica Experimental de Disección y Modelación 3D de Oído Medio e Interno para la Construcción Significativa de Conocimiento en el Área de Anatomía Humana	2020	Modelagem 3D da Orelha Média e Interna.	SciELO
5	Utilização de Modelos 3D Como Recurso Didático no Ensino de Embriologia do Sistema Nervoso Central	2018	Modelos 3D para Ensino de Embriologia do Sistema Nervoso Central.	CAPES
6	A Combined Strategy of Additive Manufacturing to Support Multidisciplinary Education in Arts, Biology, and Engineering	2020	Modelagem 3D sobre a Fauna da Colômbia.	ERIC
7	Effects of 3D Printing Project-based Learning on Preservice Elementary Teachers' Science Attitudes, Science Content Knowledge, and Anxiety About Teaching Science	2018	Impressão 3D de Barcos para Ensino de Ciências.	ERIC
8	Interactive Learning Modules With 3d Printed Models Improve Student Understanding of Protein Structure–Function Relationships	2020	Impressão 3D para Aminoácidos, Proteínas e Regulação alostérica.	ERIC
9	Student Understanding of DNA Structure–Function Relationships Improves from Using 3D Learning Modules with Dynamic 3D Printed Models	2019	Modelagem 3D para Ensino de Estruturas Biomoleculares e Conceitos.	ERIC
10	The Process Of 3d Printed Skull Models For Anatomy Education	2019	Impressão 3D de Crânio Humano.	CAPES
11	The Role Of 3d Printed Models in the Teaching of Human Anatomy: A Systematic Review and Meta-analysis	2020	Revisão sobre Uso da Impressão 3D no estudo da Anatomia humana.	CAPES
12	Three-dimensional Printing Models Improve Understanding of Spinal Fracture—a Randomized Controlled Study in China	2015	Impressão 3D de Fratura de Coluna.	CAPES

ID	Título	Ano	Funcionalidade do 3D	Ferramenta de Busca
13	Three-Dimensional Printing of Human Skeletal Muscle Cells: An Interdisciplinary Approach for Studying Biological Systems	2015	Modelos 3D de Células Musculares Humanas.	ERIC
14	Virtual Reconstruction and Three-dimensional Printing of Blood Cells as a Tool in Cell Biology Education	2016	Impressão 3D de Modelos de Biologia Celular.	CAPES
15	What Would You Like to Print? Students' Opinions on The Use Of 3d Printing Technology In Medicine	2020	Opinião de Alunos de Medicina sobre Impressão 3D.	CAPES
16	Utility of Three-dimensional Printed Heart Models for Education on Complex Congenital Heart Diseases	2020	Modelos 3D na Educação em Doenças Cardíacas Congênitas Complexas.	CAPES
17	Three-dimensional Printing Model Improves Morphological Understanding in Acetabular Fracture Learning: A Multicenter, Randomized, Controlled Study	2018	Impressão 3D no Estudo da Compreensão de Fraturas do Acetábulo.	CAPES
18	3D-Printing Electron Density Isosurface Models and High-Resolution Molecular Models Based on van der Waals Radii	2019	Impressão 3D no Estudo da Densidade de Elétrons dos Modelos Moleculares.	ERIC
19	Designing Three-Dimensional Models That Can Be Printed on Demand and Used with Students to Facilitate Teaching Molecular Structure, Symmetry, and Related Topics	2020	Impressão 3D no Estudo das Estruturas Moleculares.	ERIC
20	Modeling Antibody-Epitope Interactions with 3D Printed Kits in Large or Small Lecture Courses	2018	Impressão 3D nos Estudos de Interações Anticorpo-epítipo.	ERIC
21	Take Away Body Parts! An Investigation into the Use of 3D-Printed Anatomical Models in Undergraduate Anatomy Education	2018	Impressão 3D no Estudo de Anatomia Humana.	ERIC

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Figura 3 - Distribuição por Uso Didático da Tecnologia 3D

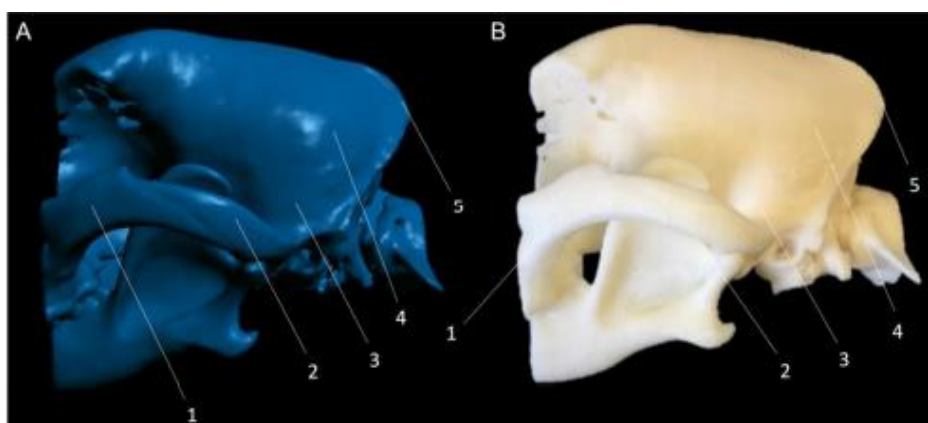


Fonte: Imagem do autor, 2021.

De acordo com a figura obtida com a leitura dos artigos pode ser inferido que muitos dos trabalhos envolvendo a impressão 3D tem como objetivo usar a impressão como recurso didático, empregando impressos já prontos para um objetivo específico ou melhoria de determinadas habilidades dos estudantes (ID nº2,6,7,10,12,13,14,16,17,18,19,20 e 21).

No primeiro (ID nº2) Bertti, Silveira e Assis Neto (2020) através de suas metodologias geraram imagens e modelos 3D que poderiam ser disponibilizadas para fins educacionais e contribuir para o conhecimento da anatomia veterinária, além de minimizar o uso de partes ou órgãos de animais preservados muitas vezes com produtos tóxicos.

Figura 4 - Representação virtual e impresso 3D de crânio (ID nº2).



Fonte: Bertti, Silveira e Assis Neto, 2020.

Osorio-toro (2020), no quarto artigo (ID nº4) apontou que a prática dos impressos tridimensionais gerou um profundo aprendizado na prática, pois a dissecação e elaboração dos modelos permitiu a construção de conhecimento a partir de busca de informações, observações, análise e reflexão e ainda causou fascínio aos estudantes.

Figura 5 - Impresso 3D de ouvido médio e interno (ID nº4)



Fonte: Osorio-toro, 2020

Colorado, Mendoza e Valencia (2021) através de suas pesquisas apontam que a impressão tridimensional se mostrou uma ferramenta útil para pedagogia, pois os impressos podem ser em grande escala e no caso de estruturas microscópicas, com o auxílio de metodologias em uma abordagem multidisciplinar envolvendo métodos ativos e aprendizado experimental, é possível uma apropriação de conhecimento mais didática, além do fato de ser econômico, fácil e reciclável e ético porque valida-se onde o uso de cadáveres se mostra ineficiente (ID nº6).

Figura 6 - Impresso 3D de abelha (ID nº6).



Fonte: Colorado, Mendoza e Valencia, 2021.

Já Novak e Wisdom (2018) apontam que os impressos de barcos 3D, diminuiriam a ansiedade, aumentaram interesse e conhecimento científico no ensino de ciências, além de ser uma ferramenta pedagógica poderosa e promover uma educação integrativa de STEAM conectando aplicações de conceitos científicos, engenharia e tecnologia. (ID nº7).

Figura 7 - Exemplos de impressão de barcos 3D para aprendizagem dos alunos (ID nº7).



Fonte: Novak e Wisdom, 2018.

Dos artigos relacionados às áreas anatômicas quatro se destacaram: Shen et al. (2019) que traz as vantagens do modelo tridimensional em relação ao crânio de um cadáver humano, que não são facilmente obtidas, além de apresentar um benefício econômico e social no campo da educação médica, o que é ótimo para ganho de experiência na prática e desenvolvimento de habilidades médicas e técnicas (ID nº10).

Figura 8 - Modelo 3D de crânio de cadáver humano (ID nº10).



Fonte: Shen et al., 2019.

Li et al. (2015) mostrou que o uso de modelos 3D melhorou a identificação da anatomia da fratura espinhal complexa, em estudantes de medicina de ambos os sexos, além de ajudar esses estudantes a adquirir especialização, também aumentam o interesse e entusiasmo na aprendizagem, portanto o modelo de fratura realista foi indicado na educação pré-médica (ID nº12).

Figura 9 - Modelos tridimensionais de fratura espinhal (ID nº12).



Fonte: Li et al., 2015

Bagley e Galpin (2015) apresentou células musculares humanas 3D, como principiador de uma nova ferramenta para aulas das disciplinas biológicas, o modelo exposto pode ser incorporado em qualquer tipo de célula ou estrutura molecular. A tecnologia 3D, ainda vem para suprir uma possível ineficiência de modelos com 2 dimensões (2D) para análise detalhada da organização e morfologia além de apresentar novas perspectivas e experiências de aprendizagem e trazer interesse do estudante no mundo invisível da biologia molecular, em um projeto interdisciplinar para promover um pensamento integrativo (ID nº13).

Figura 10 - Modelo 3D de células musculares humanas (ID nº13).



Fonte: Bagley e Galpin, 2015.

Augusto et al. (2016) os modelos de biologia celular são aplicados como ferramenta complementar no ensino de biologia, os modelos permitem que a célula antes uma estrutura abstrata no imaginário do aluno torna-se palpável e concreta. Traz também a importância de uma constante atualização de técnicas para representações esquemáticas tanto na tecnologia 3D, quanto em outros modelos. E por último a modelagem celular 3D é capaz de unir ciência, tecnologia e educação básica e traz perspectivas para alunos com baixa visão ou deficiência visual (ID nº14).

Figura 11 - Modelo 3D de um monócito (ID nº14).



Fonte: Augusto et al., 2016.

O estudo de Lee e Lee (2020) apontou uma viabilidade dos impressos 3D no uso da educação de cardiopatia congênita e mostrou que houve melhora subjetiva na compreensão da anatomia, estrutura tridimensional, cirurgia e fisiopatologia, essa ferramenta educacional eficaz pode ser alternativa às ferramentas educacionais convencionais (ID nº16)

Figura 12 - Modelos tridimensionais de cardiopatia congênita (ID nº16).



Fonte: Lee e Lee, 2020.

Huang et al.(2018) apontam que a impressão 3D foi uma ferramenta muito eficaz na aprendizagem de fraturas no acetábulo, uma ajuda complementar aos métodos convencionais, em comparação ao próprio modelo físico e técnicas de realidade virtual, além de aumentar o interesse subjetivo (ID nº17).

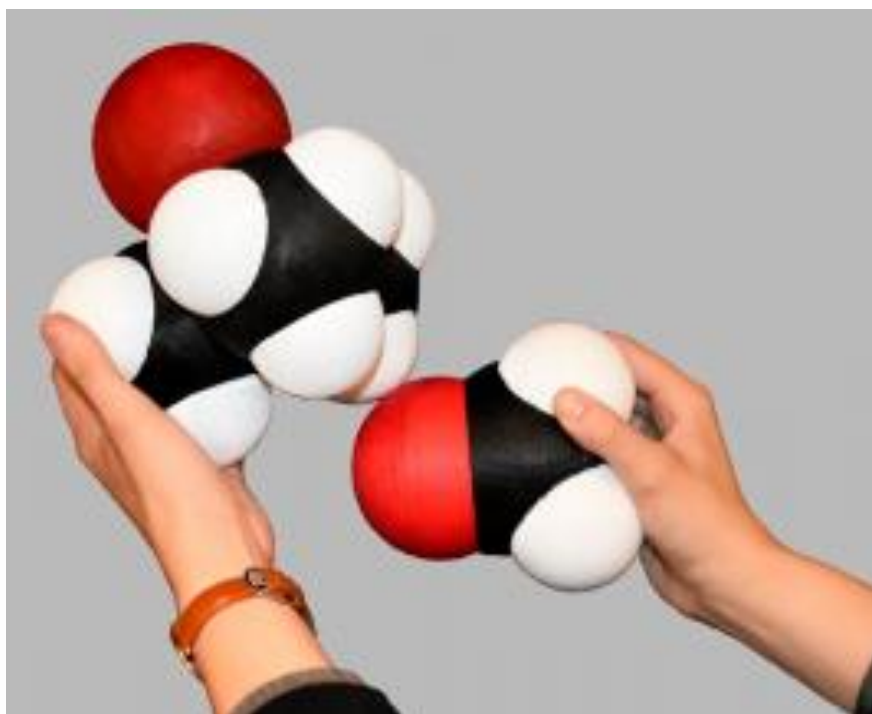
Figura 13 - Modelos tridimensionais de fratura no acetábulo (ID nº17).



Fonte: Huang et al., 2018.

De acordo com Grumman e Carroll (2019) os modelos tridimensionais tornaram a interação molecular mais real, conceitos que antes através de livros e figuras eram mais difíceis de serem compreendidos e ainda podem contribuir substancialmente para o desenvolvimento do indivíduo como cientista, na pesquisa foram observados dois usos adicionais para os modelos tridimensionais: o primeiro foi fornecer representações concretas para alunos cegos ou com alguma deficiência visual e o segundo foi a observação que a escala dos impressos era limitada apenas pela capacidade da impressora, logo os instrutores poderiam preparar modelos muito grandes para demonstração em sala de aula (ID nº18).

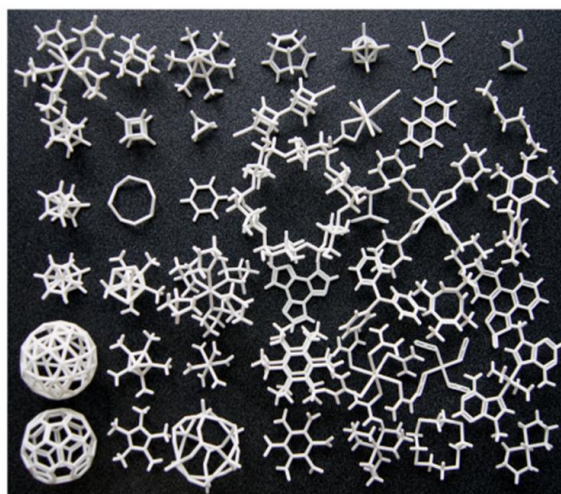
Figura 14 - Modelos tridimensionais de átomos (ID nº18).



Fonte: Grumman e Carroll, 2019.

Já Savchenkov (2020) diz que os impressos 3D associado a visualização via *software* de computador, geram uma assimilação multifacetada e podem ser usados no ensino de química geral, orgânica e inorgânica, química de estado sólido, de cristal entre outras, geralmente os estudantes deram um retorno positivo, obtidos mediante entrevistas. Os modelos 3D também se mostram úteis para a comunicação científica, alcance de público e mesmo fins decorativos (ID nº19).

Figura 15 - Modelos tridimensionais de estruturas moleculares (ID nº19).



Fonte: Savchenkov, 2020.

Suchman et al. (2018) conseguiu mostrar através de sua pesquisa, que os estudantes conseguiram identificar um epítipo e seu respectivo anticorpo, usando o kit dos impressos 3D em 91% dos casos, um dado curioso é que quando não houve qualquer tipo de ligação epítipo/anticorpo apenas 63% respondeu “nenhum desses” porém, após o primeiro exemplo, quando apareceu um segundo do mesmo tipo, 91% conseguiu identificar corretamente, nesse caso a impressora 3D forneceu um exemplo para criação de um kit valioso de ensino (ID nº20).

Figura 16 - Modelo tridimensional de epítipo e anticorpo (ID nº20)



Fonte: Suchman et al., 2018.

Smith et al. (2017) mostrou que os modelos 3D feitos a partir de uma tomografia computadorizada de um doador falecido, podem ser usados por si só como

ferramenta ensino de anatomia e ainda servir como complemento em matérias como, por exemplo, dissecação (ID nº21).

Figura 17 - Modelo tridimensionais variados (ID nº21).

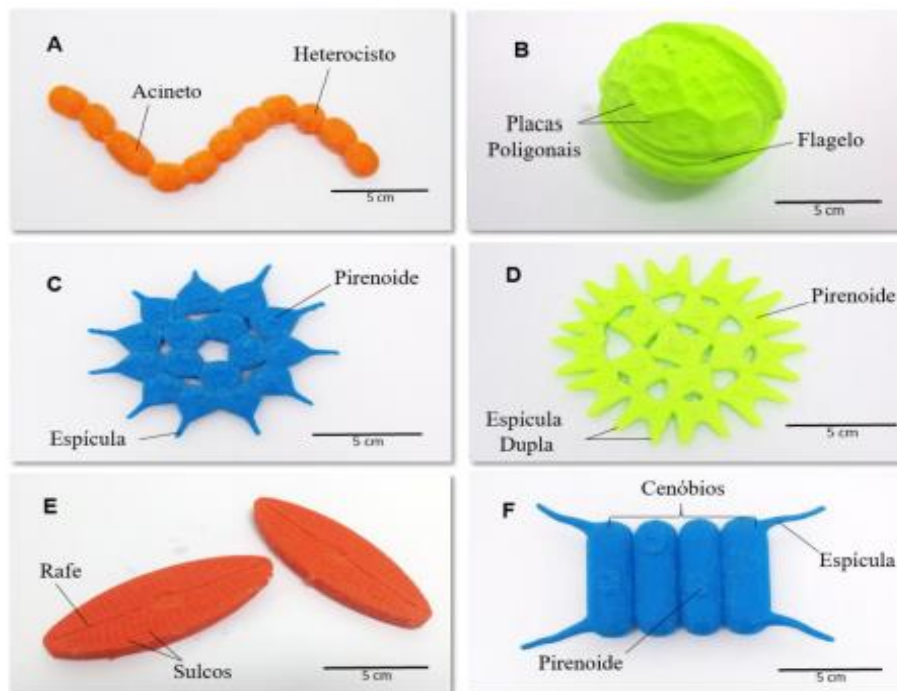


Fonte: Smith et al. ,2017.

Outros trabalhos usam da impressão 3D como material de apoio juntamente com metodologias convencionais, citadas nos artigos (ID nº1,2,3,14,19 e 21). Os artigos citados nessa modalidade, que foram aprofundados na categoria passada não foram repetidos.

No primeiro artigo (ID nº1), segundo Patreze, Palaio e de Almeida (2018) além de se obter sucesso na impressão dos modelos de crânio canino, ainda afirmam que impressos 3D são perceptíveis ao tato, fato este que pode ser um potenciador para alunos com baixa visão, além de auxiliar na observação dos micro-organismos escolhidos, que mostra seu potencial para o ensino de ciências e por fim mostrou grande eficácia como material de apoio à outras matérias citadas nos artigos.

Figura 18 - Modelos de microrganismos impressos em 3D (ID n°1).



Fonte: Patreze, Palaio e De Almeida, 2018.

No terceiro estudo (ID n°3) Bettega (2019) além dos estudantes optarem pelo modelo 3D, como material didático, ainda mostrou vantagem no custo final em comparação com modelos comerciais. Esse estudo traz à tona o papel das simulações como ferramenta eficaz para os desafios da atualidade, apontou uso dos impressos 3D como alternativa para reduzir experimentos em animais e isso tornou o material didático mais confortável para os estudantes.

Figura 19 - Impresso 3D de dreno de tórax (ID n°3).



Fonte: Bettega, 2019

A minoria dos trabalhos é focada em transformar a impressão 3D em uma metodologia ativa onde os estudantes participam ativamente desde o planejamento quanto da impressão de determinado objeto de estudo (ID nº5,6,8 e 9). Algumas pesquisas estão em mais de um filtro, pois tanto serviam como material de apoio e/ou ferramenta didática e/ou aprendizagem ativa. Os artigos citados nessa modalidade, que foram aprofundados na categoria passada não foram repetidos.

De Lima Muniz e Guimarães Moraes (2018) acreditam que a visualização dos acontecimentos em 3D, pode promover aprendizado baseado em modelos pedagógicos que priorizam o aprendizado ativo, porém dizem que não é possível afirmar a aplicabilidade dos modelos 3D no ensino de embriologia e que a prática necessitava de aplicações reais (ID nº5).

Figura 20 - Modelos 3D que representam o desenvolvimento do tubo neural e a evolução das 3 vesículas (ID nº5).



Fonte: (De Lima Muniz e Guimarães Moraes, 2018).

Um conjunto de quatro artigos abordaram modelos moleculares/celulares 3D: Howell et al. (2020) representando aminoácidos, proteínas e regulação alostérica, enfatizado pelos estudantes como algo tangível. Trazendo metodologias ativas tendo como base a investigação e instrução, a pesquisa trouxe a alfabetização digital como algo fundamentalmente importante (ID nº8).

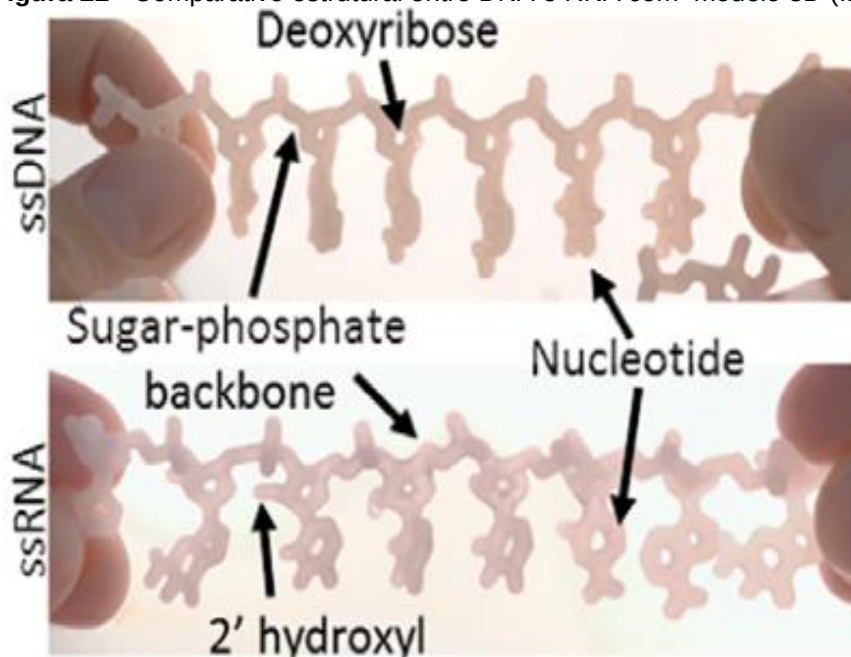
Figura 21 - Modelos de proteínas 3D (ID nº8).



Fonte: Howell et. al., 2020.

Howell et al. (2019) apontou melhora na compreensão da estrutura-função do DNA em módulos, buscando a aprendizagem ativa sanando equívocos dos estudantes sobre o assunto (ID nº9).

Figura 22 - Comparativo estrutural entre DNA e RNA com modelo 3D (ID nº9).

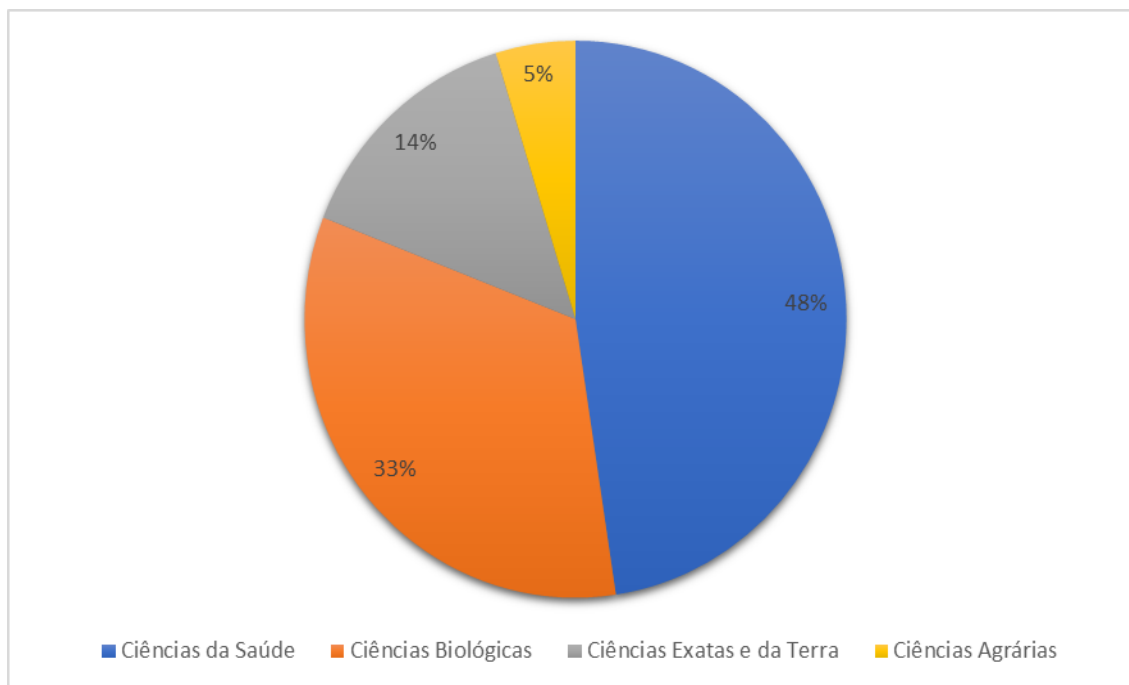


Fonte: Howell et. al., 2019.

Na revisão de Ye, Zhen, et al. (2020) o ensino com modelos em 3D em comparação com cadáver ou com ensino 2D teve pontuações mais elevadas, além do fato de terem mais precisão e ficarem mais satisfeitos com seu desempenho em relação ao grupo convencional. A revisão traz que em uma boa situação ética, a impressão 3D é digna de exploração, porém trazem que os resultados dos testes

podem ter sido afetados por diversos fatores como a baixa qualidade de alguns projetos em testes controlados aleatórios ou mesmo o conhecimento prévio.

Figura 23 - Distribuição por Área do Conhecimento.



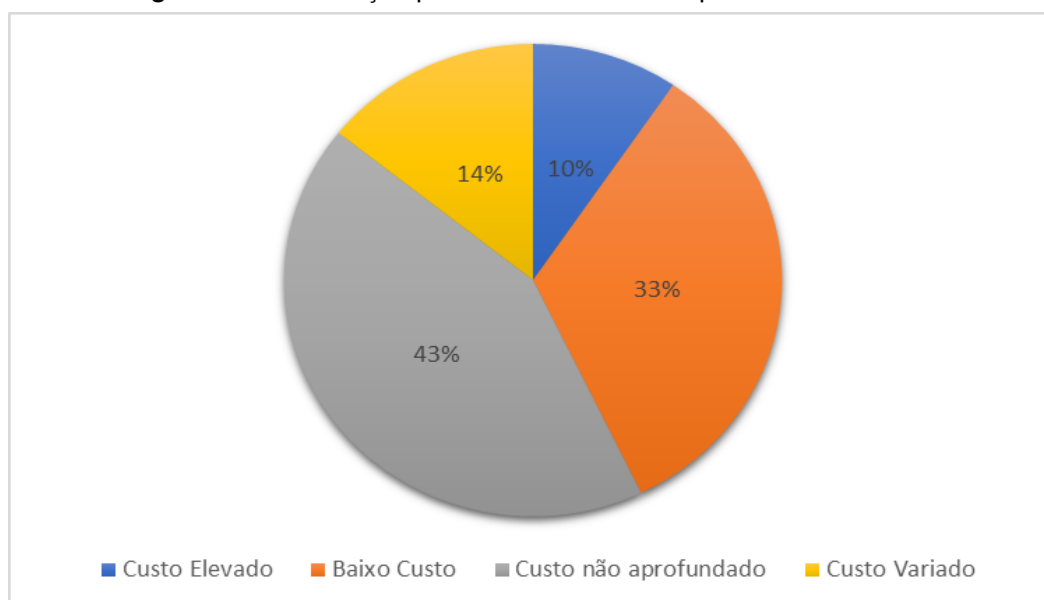
Fonte: Imagem do autor, 2021.

Conforme a figura 23, observa-se que muitos artigos estão relacionados ao uso da impressão 3D no ensino de Ciências da Saúde, o que é corroborado por Chya-Yan Liaw e Murat Guvendiren (2017) que apontam que a impressão 3D é uma técnica amplamente aceita em medicina, pois tem design específico, complexidade alta, fabricação sob demanda, além de ser econômica com alta produtividade na relação ensino-aprendizagem. Tack, Victor e Gemmel (2016) também sugerem várias vantagens no uso da impressão 3D na prática cirúrgica e na pesquisa, por exemplo reedução no tempo cirúrgico, melhores resultados médicos e diminuição de exposição à radiação, porém o caráter subjetivo e ausência de mais evidências que sustentam essas vantagens, impedem afirmações mais conclusivas.

Wilk et al. (2020) afirma que os estudantes já possuem conhecimento prévio proveniente da internet sobre a tecnologia de impressão 3D e que eles têm apreço pela ideia de dominar o tema. Na aprendizagem, porém, esses mesmos estudantes não consideram a possibilidade do abandono total do uso de cadáveres humanos nas aulas práticas (ID nº15).

Observou-se também que tanto na área da saúde como nas ciências biológicas o campo da anatomia e fisiologia foi muito explorado sugerindo que os conceitos acerca de fenômenos e estruturas biológicas são um campo fértil para o uso da impressão 3D como modelo pedagógico como ferramenta didática indicativo corroborado por Ye et al. (2020) que apontou vantagens em precisão e tempo de resposta nos grupos que tiveram contato com modelos 3D, além de apresentarem resultados superiores no pós-treinamento em relação aos grupos convencionais, porém nos testes de conhecimentos anatômicos não houve discrepâncias nos resultados obtidos (ID nº11).

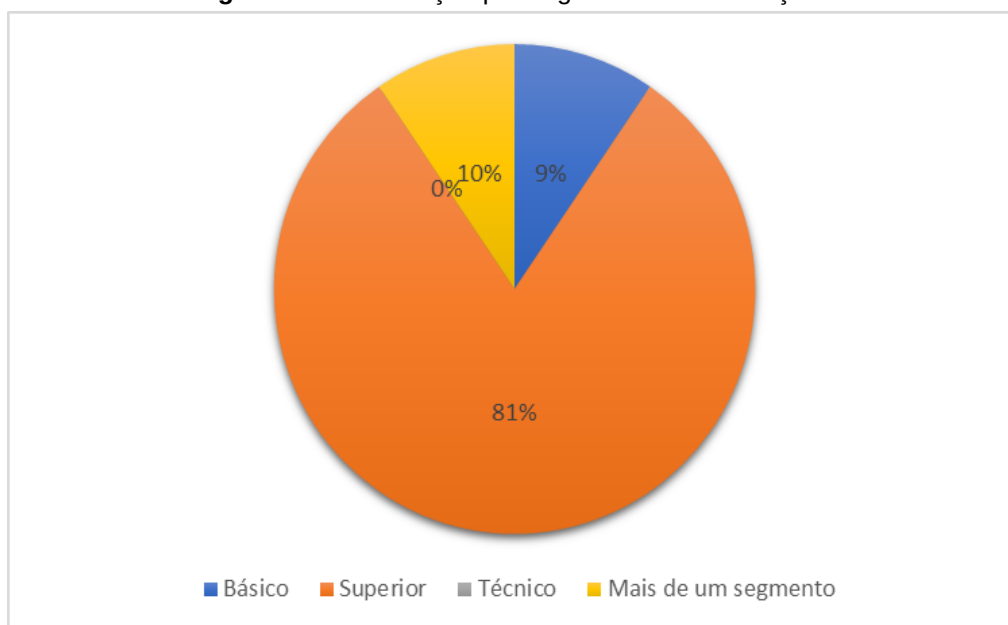
Figura 24 - Distribuição por custos do uso da impressora 3D.



Fonte: Imagem do autor, 2021.

Muito dos estudos não aprofundaram sobre a questão monetária, referente aos gastos dos modelos 3D (ID nº2,4,5,7,13,14,16,17,19), sete artigos trouxeram a impressão 3D como de baixo custo (ID nº6,8,9,10,11,12 e 18), três artigos (ID nº3,20 e 21) trouxeram custos variados que dependiam do tipo de material e da complexidade dos modelos e por fim, dois artigos (ID nº1 e 15) trouxeram um custo elevado referente à impressão 3D.

Figura 25 - Distribuição por segmentos da educação.



Fonte : Imagem do autor, 2021.

A maioria dos artigos tinham como protagonistas estudantes de ensino superior (ID nº1,2,3,4,5,6,8,9,10,11,12,13,15,16,17,20 e 21), que variavam de estudantes de medicina, em sua maioria, cursistas de mestrado entre outros, 2 artigos (ID nº18 e 7) incluíam estudantes de ensino médio ou fundamental, 2 artigos (ID nº19 e 14) tinham potencial para os mais diversos segmentos da educação e nenhum trabalho abordou o uso da impressora 3D nos cursos técnicos.

4. CONCLUSÃO

Nesta revisão sistemática foram analisados 21 artigos referentes ao uso da impressão 3D no uso da ciência, destes a sua maioria foram bastante recentes, o que pode inferir sua notoriedade no campo tanto da educação como na ciência.

A maioria dos artigos escolhidos foi provenientes da língua inglesa e apenas quatro estavam na língua portuguesa brasileira, o que pode indicar uma falta de práticas usando a impressora 3D no Brasil ou mesmo a falta de divulgação científica deste assunto. Percebe-se que, mais estudos são necessários para compreender esse ponto.

A maioria dos estudos está focado nas áreas de ciências biológicas e ciências da saúde, com destaque para a segunda, onde muitos modelos auxiliaram os estudantes na prática da anatomia. A impressão 3D se mostrou uma ferramenta muito didática e eficiente, além de se mostrar econômica se comparada com modelos tradicionais.

Alguns artigos apresentaram o potencial que a tecnologia 3D pode ter em relação a estudantes de baixa visão ou com alguma deficiência visual, o que pode gerar trabalhos futuros interessantes, além de levantar a possibilidade de impressos 3D substituírem cadáveres ou parte de animais preservados tanto por uma questão ética quanto por uma prática e econômica.

Nenhum dos artigos teve como enfoque o ensino técnico, tendo em vista os bons resultados no ensino superior da área de biológicas e saúde.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Leonardo de Conti D. Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o ensino de ciências. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) –Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2016. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/137894>>. Acesso em: c2021.

AUGUSTO, Ingrid et al. Virtual reconstruction and three-dimensional printing of blood cells as a tool in cell biology education. PloS one, v. 11, n. 8, p. e0161184, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161184>>. Acesso em: c2021.

BAGLEY, James; GALPIN, Andrew. Three-dimensional printing of human skeletal muscle cells: An interdisciplinary approach for studying biological systems. Biochem Mol Biol Educ. 2015. Disponível em: < <https://doi.org/10.1002/bmb.20891>>. Acesso em: c2021.

BERTTI, João Vinicius Pacheco; SILVEIRA, Erick Eduardo; ASSIS, Antonio Neto. Reconstrução e impressão 3D do neurocrânio de cão com o uso de tomografia computadorizada como ferramenta para auxiliar no ensino da anatomia veterinária. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 72, p. 1653-1658, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1678-4162-11209>>. Acesso em: c2021.

BETTEGA, Ana Luísa et al. Simulador de dreno de tórax: desenvolvimento de modelo de baixo custo para capacitação de médicos e estudantes de medicina. Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões, v. 46, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0100-6991e-20192011>>. Acesso em: c2021.

BLAZQUEZ TOBIAS, Pedro Jesus. et al. Methodological proposal for the improvement of students learning process through the use of 3D printers as an educational resource in project-based learning. PSICOLOGIA CONOCIMIENTO Y

SOCIEDAD, v. 8, n. 1, p. 162-193, 2018. Disponível em <http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-70262018000100139&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: c2021.

BORGES, Tiago Silva; ALENCAR, Gidéia. Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior. Cairu em revista, v. 3, n. 4, p. 119-143, 2014. Disponível em: <https://www.cairu.br/revista/arquivos/artigos/2014_2/08%20METODOLOGIAS%20ATIVAS%20NA%20PROMOCAO%20DA%20FORMACAO%20CRITICA%20DO%20ESTUDANTE.pdf>. Acesso em: c2021.

CAPES. Manual de Acesso 2019. Disponível em: <https://www.periodicos.capes.gov.br/images/documents/Portal_Per%C3%B3dicos_CAPES_Guia_2019_4_oficial.pdf>. Acesso em: 24 de ago. 2021.

CASTRO, Aldemir Araujo. Revisão sistemática e meta-análise [texto na Internet], 2006. Disponível em: <<http://www.usinadepesquisa.com/metodologia/wp-content/uploads/2010/08/meta1.pdf>>. Acesso em: c2021.

COLORADO, Henry; MENDOZA, David; VALENCIA, Fernando. A Combined Strategy of Additive Manufacturing to Support Multidisciplinary Education in Arts, Biology, and Engineering. J Sci Educ Technol 30, p. 58–73 , 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10956-020-09873-1>>. Acesso em: c2021

CORDEIRO, Alexander Magno et al. Revisão sistemática: uma revisão narrativa. Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgias, v. 34, p. 428-431, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-69912007000600012>>. Acesso em: c2021

DABAGUE, Leonardo Augusto Moraes. O Processo de Inovação no Segmento de Impressoras 3D. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1884/37115>>. Acesso em: c2021

DE LIMA MUNIZ, Anderson; MORAES, Suzana Guimarães. Utilização de modelos 3d como recurso didático no ensino de embriologia do sistema nervoso central. CIET: EnPED, 2018. Disponível em: <<https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/view/783>>. Acesso em: c2021.

FRANCO, Maria Amélia Santoro; PIMENTA, Selma Garrido. Didática: embates contemporâneos. 3. ed. São Paulo, Edições Loloya, 2012.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia - saberes necessários à prática educativa. 25ª Ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GONZATI, Maria Teresa Alves. Eric. Curitiba, 2019. 15 slides. Não publicado. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/1884/67271>>. Acesso em: c2021.

GRUMMAN, Anna; CARROLL, Felix. 3D-printing electron density isosurface models and high-resolution molecular models based on van der Waals radii. Journal of Chemical Education, v. 96, n. 6, p. 1157-1164, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00597>>. Acesso em: c2021.

HIGGINS, Julian Piers Thomas. et al. Manual Cochrane para revisões sistemáticas de intervenções versão 6.1 (atualizado em setembro de 2020). Cochrane, 2020. Disponível em: < www.training.cochrane.org/handbook>. Acesso em: c2021.

HOWELL, Michelle et al. Student understanding of DNA structure–function relationships improves from using 3D learning modules with dynamic 3D printed models. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 47, n. 3, p. 303-317, 2019. Disponível em: < [10.1002/bmb.21234](https://doi.org/10.1002/bmb.21234)>. Acesso em: c2021.

HOWELL, Michelle et al. Interactive learning modules with 3D printed models improve student understanding of protein structure–function relationships. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 48, n. 4, p. 356-368, 2020. Disponível em: < <https://doi.org/10.1002/bmb.21362>>. Acesso em: c2021.

HUANG, Zhenfei et al. Three-dimensional printing model improves morphological understanding in acetabular fracture learning: A multicenter, randomized, controlled study. *PloS one*, v. 13, n. 1, p. e0191328, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191328>>. Acesso em: c2021.

LEDO, Roger Maia Dias; DA SILVA, Carlos Petrônio Leite. Limites e possibilidades da impressão 3D como ferramenta em abordagens STEAM no ensino de Biologia: um estudo de caso. *REVISTA EIXO*, v. 10, n. 1, p. 23-35, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.19123/eixo.v10i1.771>>. Acesso em: c2021.

LEE, Cheul; LEE, Jae Young. Utility of three-dimensional printed heart models for education on complex congenital heart diseases. *Cardiology in the Young*, v. 30, n. 11, p. 1637-1642, 2020. Disponível em: <[doi:10.1017/S1047951120003753](https://doi.org/10.1017/S1047951120003753)>. Acesso em: c2021.

LI, Zhenzhu et al. Three-dimensional printing models improve understanding of spinal fracture—A randomized controlled study in China. *Scientific reports*, v. 5, n. 1, p. 1-9, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/srep11570>>. Acesso em: c2021.

LIAW, Chya-Yan; GUVENDIREN, Murat. Current and emerging applications of 3D printing in medicine. *Biofabrication*, v. 9, n. 2, p. 024102, 2017. Disponível em: <[doi:10.1088/1758-5090/aa7279](https://doi.org/10.1088/1758-5090/aa7279)>. Acesso em: c2021.

MARLON, Wesley Machado Cunico. Impressoras 3D: o novo meio produtivo. 1.ed. Curitiba, Concep3D, 2015.

MASSON, Terezinha Jocelen et al. Metodologia de ensino: aprendizagem baseada em projetos (pbl). In: *Anais do XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE)*, Belém, PA, Brasil. sn, 2012. p. 13.

MORAES, Carolina Roberta; VARELA, Simone. Motivação do aluno durante o processo de ensino-aprendizagem. *Revista eletrônica de Educação*, v. 1, n. 1, p. 1-

15, 2007. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/53164133/Artigo_06Motivacao.pdf>. Acesso em: c2021.

NOVAK, Elena; WISDOM, Sonya. Effects of 3D printing project-based learning on preservice elementary teachers' science attitudes, science content knowledge, and anxiety about teaching science. *Journal of Science Education and Technology*, v. 27, n. 5, p. 412-432, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10956-018-9733-5>>. Acesso em: c2021.

NUNES, Ana Ignez Belém Lima; SILVEIRA, Rosemary do Nascimento. *Psicologia da aprendizagem: processos, teorias e contextos*. Brasília: Liber Livro, p. 192, 2009.

ONISAKI, Hadassa Harumi Castelo; DE BASTOS VIEIRA, Rui Manoel. Impressão 3D e o desenvolvimento de produtos educacionais. *Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC)*, v. 5, n. 10, 2019. Disponível em: <<https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/638>>. Acesso em: c2021.

OSORIO-TORO, Sonia. Práctica Experimental de Disección y Modelación 3D de Oído Medio e Interno para la Construcción Significativa de Conocimiento en el Área de Anatomía Humana. *International Journal of Morphology*, v. 38, n. 4, p. 997-1002, 2020. Disponível em: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022020000400997&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: c2021.

PATREZE, Camila Maistro; DOS SANTOS PALAIO, Sueny Calazans; DE ALMEIDA, Marcus Vinicius Lima. Desenvolvimento de modelos impressos em 3D para o ensino de ciências. *Revista ENCITEC*, v. 8, n. 3, p. 70-82, 2018. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/322641888.pdf>>. Acesso em: c2021.

ROTHER, Edna Terezinha. Revisão sistemática x Revisão narrativa. *Rev. Acta Paulista de Enfermagem*, São Paulo, v. 20, n. 2, 2007. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-21002007000200001&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: c2021.

SAVCHENKOV, Anton. Designing three-dimensional models that can be printed on demand and used with students to facilitate teaching molecular structure, symmetry, and related topics. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00192>>. Acesso em: c2021.

SCIENCE DIRECT. How do I use the advanced search? Disponível em: <https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/25974/c/10545/supporthub/sciencedirect/>. Acesso em: 23 de ago. 2021.

SciELO. Guia de implantação de sites SciELO [online]. SciELO, 2020. Disponível em: < https://wp.scielo.org/wp-content/uploads/Implantacao_site.pdf>. Acesso em: 24 de ago. 2021.

SHEN, Zhen et al. The process of 3D printed skull models for anatomy education. Computer Assisted Surgery, v. 24, n. sup1, p. 121-130, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/24699322.2018.1560101>>. Acesso em: c2021.

SMITH, Claire et al. Take away body parts! An investigation into the use of 3D-printed anatomical models in undergraduate anatomy education. Anatomical sciences education, v. 11, n. 1, p. 44-53, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/ase.1718>>. Acesso em: c2021.

SUCHMAN, Erica et al. Modeling Antibody-Epitope Interactions with 3D Printed Kits in Large or Small Lecture Courses. HAPS Educator, v. 22, n. 1, p. 73-78, 2018. Disponível em: <<https://eric.ed.gov/?id=EJ1227925>>. Acesso em: c2021.

TACK, Philip et al. 3D-printing techniques in a medical setting: a systematic literature review. Biomedical engineering online, v. 15, n. 1, p. 1-21, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s12938-016-0236-4>>. Acesso em: c2021.

FITA, Enrique Cártula; TAPIA, Jesus Alonso. A motivação em sala de aula: o que é, como se faz. São Paulo: Loyola, p. 148, 2004.

WILK, Renata et al. What would you like to print? Students' opinions on the use of 3D printing technology in medicine. Plos one, v. 15, n. 4, p. e0230851, 2020. Disponível em: <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0230851>>. Acesso em: c2021.

YE, Zhen et al. The role of 3D printed models in the teaching of human anatomy: a systematic review and meta-analysis. BMC medical education, v. 20, n. 1, p. 1-9, 2020. Disponível em: <<https://bmcmmededuc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12909-020-02242-x>>. Acesso em: c2021.

Documento Digitalizado Público

TCC Diego Araujo Ferreira

Assunto: TCC Diego Araujo Ferreira
Assinado por: Silvia Fernandes
Tipo do Documento: Trabalho de Conclusão de Curso - TCC
Situação: Finalizado
Nível de Acesso: Público
Tipo do Conferência: Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

■ **Silvia Dias da Costa Fernandes, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO**, em 02/09/2021 16:40:36.

Este documento foi armazenado no SUAP em 02/09/2021. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 262884

Código de Autenticação: 430250e126

